Aus dem Laboratorium für Materialkunde und Metallurgie
des zahnärztlichen Instituts der Universität Berlin
(Leiter: Prof. Dr. Schoenbeck).

Neue Untersuchungsmethode über die Elastizität der „elastischen Abdruckmassen"

INAUGURAL-DISSERTATION
**zur Erlangung des zahnärztlichen Doktorgrades
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin**

vorgelegt von

Lilli Brandes

Zahnärztin
aus Greifswald

Tag der Promotion: 16. November 1939

VERLAG RUDOLPH PFAU, BERLIN NW. 7, LUISENSTR. 21

M 328

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Schoenbeck
Korreferent: Prof. Dr. Schröder

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Neben dem Abdruckmaterial Gips, das gekennzeichnet ist durch scharfe Abdrücke, wird ein aus Harzen und Stearinsäure zusammengesetztes Material benutzt, die plastische Abdruckmasse, die thermoplastisch ist und den Vorzug besitzt, daß sie leichter anwendbar ist als Gips. Sie besitzt jedoch den Nachteil, daß sie dort, wo unter sich gehende Stellen sind, beim Herausnehmen des Abdrucks Verzerrungen zeigt und somit einen unscharfen Abdruck liefert. Um nun diesen Mangel zu beseitigen, hat man versucht, elastische Abdruckmassen herzustellen, deren Elastizität so bemessen ist, daß sie nach Herausnahme des Abdrucks, in die ihnen ursprünglich aufgezwungene Form zurückgehen. Es soll also erreicht werden, mit Hilfe der Elastizität dieser Abdruckmassen, scharfe Abdrücke auch unter schwierigen Mundverhältnissen zu ermöglichen.

Elastisch nenen wir einen Körper, der nach erlittener Formänderung in seine frühere Gestalt zurückkehrt, sobald die formändernde Kraft aufgehört hat zu wirken. Alle Körper sind elastisch, vorausgesetzt, daß die Formänderung eine gewisse Grenze, die Elastizitätsgrenze, nicht überschritten hatte. Wird über diese Grenze gegangen, so tritt bei dehnbaren Körpern eine bleibende Gestaltsänderung ein, die unter Umständen zu einer Schwächung führen kann, die schließlich bei wiederholten Angriffen zum Zerreißen derselben führt. Körper mit sehr geringer Dehnbarkeit zerbrechen.

Die Anforderungen der Plastizität, normaler Erweichungspunkt und Abdruckschärfe, die für die plastischen Abdruckmassen gelten, müssen selbstverständlich auch von den elastischen erfüllt werden. Sechs Hauptbedingungen werden gestellt:

1. Der Erweichungspunkt soll nicht zu hoch, aber oberhalb der Mundtemperatur liegen.
2. Die Masse soll genügend plastisch sein.
3. Sie soll nicht im Munde kleben,
4. nach etwa 2 Minuten erhärten,
5. einen scharfen Abdruck geben,
6. muß möglichst volumbeständig sein.

Die nachfolgenden Untersuchungen haben die Messung der Abdruckschärfe, den Erweichungspunkt und die Bestimmung der Elastizität zum Gegenstand. Gleichzeitig sollen dieselben Untersuchungen zum Vergleich mit einer gewöhnlichen plastischen Masse ausgeführt werden.

Zur Feststellung der Abdruckschärfe diente eine Messingplatte, in die 20 Linien in abnehmender Tiefe eingeritzt waren, und die auf Mundtemperatur, d. h. 37—38° erwärmt wurde. Die zu prüfende elastische Abdruckmasse wurde auf die, in der Gebrauchsanweisung angegebene Temperatur erhitzt, nach gutem Durchkneten zu einer faltenfreien Platte geformt und mit einem Gewicht von 4 kg auf die Prüfungsplatte gedrückt.

Folgende elastische Abdruckmassen wurden geprüft:

1. Paribar
2. Dentocoll
3. Elasto-Velvex
4. Nadrag
5. Erba
6. Havard-Elastisch.

Sehr leicht und angenehm läßt sich Paribar verarbeiten. Die Masse wird in Wasser von etwa 65° C 1½ Minuten gelegt und ist nun gut plastisch. Nach mehrfachem Durchkneten ist sie zum Versuch geeignet. Sie wird auf die Messingplatte gebracht, die zu den Versuchen dient und mit 4 kg belastet. Nach 1½ Minuten Abkühlung wurde der Abdruck genau geprüft und mit der Liniierung der Messingplatte verglichen. Der Paribar-Versuch gab sämtliche 20 Linien scharf und deutlich auf dem Abdruck wieder.

Bei der Dentocoll-Masse zeigte sich dieselbe Abdruckschärfe wie bei Paribar, nur daß die Verarbeitung eine bedeutend umständlichere ist. Die Vorschrift besagt, daß die Masse, die in Tuben geliefert wird, in der Tube 8 Minuten kochen und zwecks Abkühlung 10 Sekunden in lauwarmes Wasser getaucht werden muß. Zum Durchmischen des Inhaltes wird die Tube leicht in der Hand geknetet, um eine vollkommene Abkühlung zu erreichen. Ein mehrmaliges Eintauchen und Durchkneten reduziert die Temperatur soweit, daß die Tube bequem in der Hand gehalten werden kann. Die breiig gewordene Dentocoll-Masse wird gleichfalls auf die Messingplatte gebracht und der Vorschrift entsprechend 2 Minuten unter fließendem Wasser abgekühlt. Da, wie schon vorher gesagt, durch die Wärmeeinwirkung eine breiige Masse entsteht, ist die Druckanwendung von 4 kg nicht möglich, da sonst die Masse folienartig ausgewalzt werden würde. Die Versuche ergaben auch beim Dentocoll vollkommene Abdruckschärfe, denn die 20 Teilstriche der Messingplatte waren ohne Mühe auf dem Abdruck zu erkennen.

Elasto-Velvex wird in nahezu siedendem Wasser erweicht. Mit warmen, feuchten Fingern wird die Masse 3—5mal durchgeknetet unter wiederholtem Eintauchen in heißes Wasser. Elasto-Velvex wird geschmeidig und sammetartig und erfordert bei der nächsten Anwendung geringere Erhitzung und Knetarbeit. Die Messung der Abdruckschärfe machte bei diesem Präparat insofern Schwierig-

keiten, als die feinen Linien der Messingplatte im Abdruck nur schwer zu erkennen waren.

Als vierte Masse war Nadrag zu untersuchen. Sie wurde in kochendem Wasser unter mehrfachem Durchkneten erweicht. Dieses Präparat ergab nicht die Abdruckschärfe der anderen drei Massen, denn nach Belastung mit 4 kg wurden im günstigsten Falle 18 Teilstriche erzielt.

Die Erba-Masse wird ca. 5 Minuten im Wasser gekocht; sie nimmt ein schwammiges Aussehen an, ist jetzt gut plastisch und kann nach mehrfachem Durchkneten verarbeitet werden. Sie ergab auch kein 100%iges Ergebnis, jedoch konnten 19 Linien gezählt werden.

Zum Schluß wurde Harvard-Elastisch geprüft, die einen scharfen Abdruck ermöglichte, da die 20 Teilstriche leicht gezählt werden konnten. Man erwärmt und erweicht die Masse in Wasser von 70°, läßt sie 2½ Minuten im Wasserbad und knetet sie unter wiederholtem Eintauchen in warmes Wasser tüchtig durch. Ohne Abkühlung soll nach der Vorschrift der Abdruck aus dem Mund genommen werden, d. h. in diesem Fall von der Messingplatte.

Werden nun die 20 Teilstriche der Messingplatte als 100% Abdruckschärfe angenommen, dann erhält man folgende Resultate nach 3maligen Versuchen:

1. Paribar	20	20	20	100%
7. Dentocoll	20	20	20	100%
3. Elasto-Velvex	20	20	20	100%
4. Nadrag	18	17	18	88,3%
5. Erba	18	19	18	91,6%
6. Havard-Elastisch	20	20	20	100%

Bestimmung des Erweichungspunktes.

Unter dem Erweichungspunkt versteht man diejenige Temperatur, bei welcher die Masse die ihr aufgezwungene Form von selbst ändert. Zur Ermittlung desselben dient folgende Aparatur nach Prof. Schoenbeck: Ein großes Becherglas, dessen Wandung außen mit einer Skala versehen ist, dient als Wasserbadbehälter, in den einThermometer und ein rechtwinklig gebogener Glasstab zur Aufnahme der zu einem dünnen Stab geformten Abdruckmasse taucht. Außerdem ist noch ein Glasrührer vorhanden, um durch Auf- und Abwärtsbewegung desselben Temperaturausgleiche herbeizuführen. Man sorgt für allmähliche Erwärmung des Wasserbades und ermittelt diejenige Temperatur, bei der das Masse-Stäbchen seine horizontale Lage, was man leicht durch Visieren mit der Skala feststellen kann, verändert.

Auf diese Art konnte der Erweichungspunkt der elastischen Massen festgestellt werden, mit Ausnahme der Dentocoll-Abdruckmasse. Man bemerkt kein Abknicken des Massestäbchens, sondern

bei etwa 75° beginnt diese Masse flockig zu zerfallen. Zur Feststellung des Dentocoll-Erweichungspunktes mußte die Apparatur erweitert werden. Es bleibt alles wie vorher, nur daß um das Masse-Stäbchen eine dünne Schnur gelegt wurde, die an einem Ende am Becherglas fest geklemmt war. Am anderen Ende war ein Stück Kork befestigt, auf der Mitte mit einem kleinen Querbälkchen versehen. Bei der geringsten Bewegung, genau wie der Schwimmer bei den Anglern, bewegt sich der Kork. Diese Versuchsanordnung wurde bei den anderen Massen zur Nachprüfung durchgeführt und dieselben Resultate erzielt. Der Erweichungspunkt muß oberhalb von 37° liegen, die Masse muß ja im Munde hart werden, andererseits darf er nicht zu hoch liegen, um eine Verbrennung der Schleimhaut auszuschließen.

Die Erweichungspunkte liegen für:

Havard-Elastisch	bei	46—48°
Nadrag	bei	47—48°
Paribar	bei	41—42°
Elasto-Velvex	bei	51—52°
Erba	bei	51—52°
Dentocoll	bei	75—76°

Bestimmung der Elastizität.

Die hierzu erforderliche Apparatur war nicht ganz einfach zu entwickeln, da nach Möglichkeit die Mundverhältnisse berücksichtigt werden sollten. Zuerst wurde versucht, durch Druck eine Kompression der Masse zu erreichen. Beim Nachlassen des Druckes sollte die Abdruckmasse in die Ausgangsform zurückgehen. Aber nach verschiedenen Prüfungen des Modells wurde diese Methode fallen gelassen, denn ein Fehlen der Kompression schließt die eventuell vorhandene Unmöglichkeit einer Elastizität nicht aus. Dann wurde probiert, einen kolbenartig ausgebildeten Molaren mit vielen unter sich gehenden Stellen in die erweichte Abdruckmasse zu stecken, nach Abkühlung den Zahn zu entfernen, einen Gipsabdruck anzufertigen und mit dem Positiv zu vergleichen. Aber auch dies ist keine genügende und einwandfreie Feststellung, zumal sie keinerlei Zahlenwerte liefert.

Es wurde nunmehr ein Prüfungsverfahren ausgearbeitet, das der praktischen Anwendung der Masse im Munde möglichst nahe kommt. Vergegenwärtigt man sich den Vorgang des Abdrucknehmens in der Praxis. Nach Auftragen der gut plastischen Masse wird der Löffel in den Mund eingeführt, und unter Druck preßt man die Masse in die untersichgehenden Stellen. Nach Abkühlung wird ein Zug ausgeübt, die Masse über die konvexen Stellen gezogen, und

nun soll sie, da sie elastisch ist, in die zuerst gepreßte Form zurückschnellen. Derselbe Gedanke wurde bei der Konstruktion der Apparatur zur Messung der Elastizität verfolgt.

Zum Veranschaulichen und leichteren Verstehen der nachfolgenden Ausführungen wird die Abbildung der von mir konstruierten Apparatur mit genauer Beschreibung und Angabe des Arbeitsvorganges wiedergegeben.

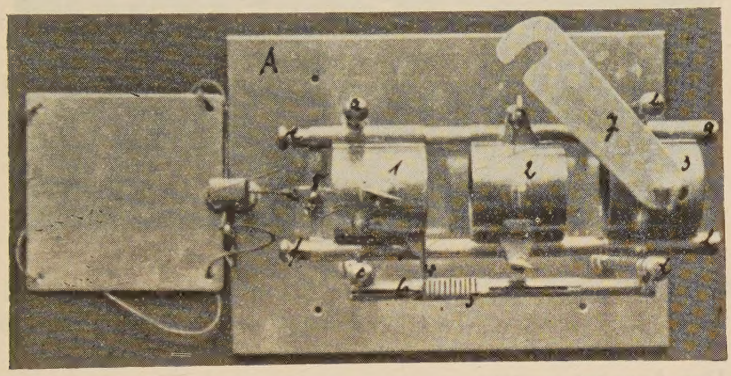

Abbildung 1.

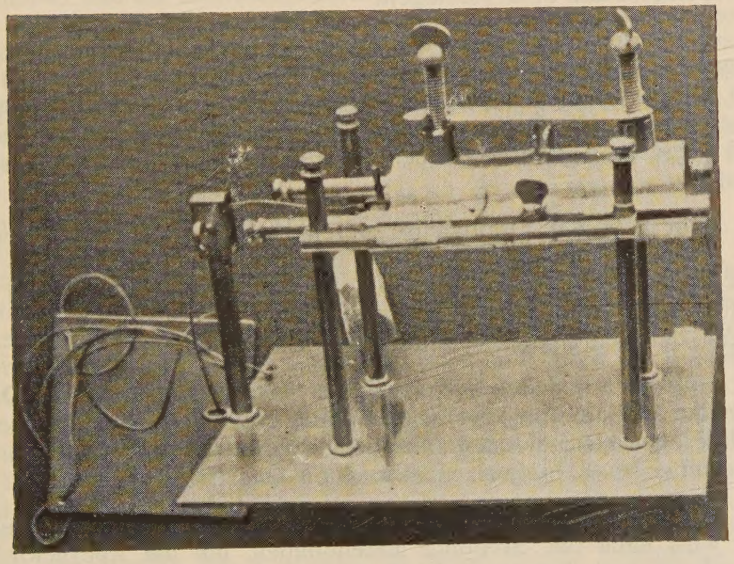

Abbildung 2.

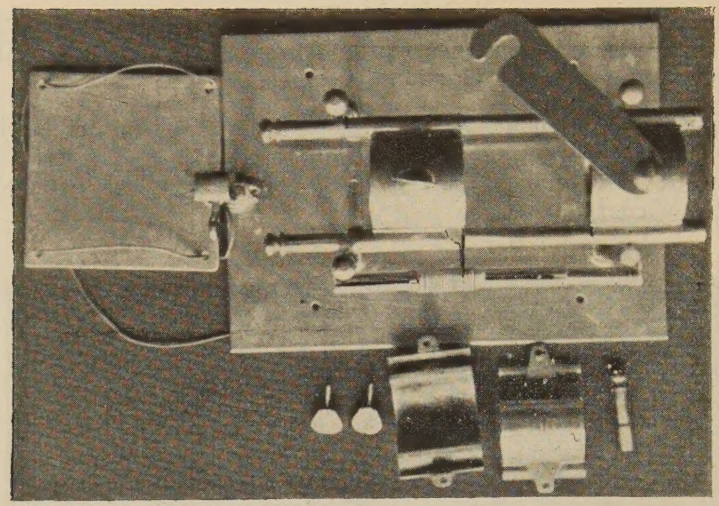

Abbildung 3.

Der Apparat besteht aus einer 2 mm starken Messingplatte A, auf welcher 4 Träger a—d montiert sind. Diesen Trägern sind durch Nieten von 1 mm Länge auf der Längsseite Scharniere e und f angelötet, die je 20 mm hinten und vorn überstehen. Die Scharniere zur Waageschale sind verriegelt.

Auf diesen Scharnieren laufen die, mit einer Längsöffnung versehenen Gleitschienen g und h, an welchen die Stopfbüchse, die aus drei gleichen Teilen 1—3 und mit gleichem Durchmesser bestehen, angelötet ist. Die Oeffnungen an den Scharnieren der Stopfbüchse sind vorgesehen, damit diese beim Arbeitsgang über die Nieten laufen können.

Zwei Teile der Stopfbüchse, der hintere Nr. 3 und der vordere Nr. 1 tragen Schrauben, die zum Festhalten der eingebrachten Abdruckmasse dienen. In den Innenwänden, zum mittleren Teil gerichtet, sind 1 mm starke Ringe eingelötet, die ebenfalls dazu beitragen, der Abdruckmasse einen festen Halt beim Zug zu geben.

Am Teil 1 befindet sich ein Zeiger 4, der dazu dient, die Differenz, die sich aus Zug und Schrumpfung ergibt, an einer Millimeterskala 5 abzulesen, die sich auf einem Röhrchen befindet, welche auf dem hinter zwei Trägern angebrachten Querträger 6 läuft.

Der mittlere Teil Nr. 2 der Stopfbüchse ist horizontal geteilt und wird nach der Stopfung abgenommen, um die Abdruckmasse freizulegen und dadurch jede Reibung zu vermeiden.

Teil Nr. 1 und Teil Nr. 3, die Schrauben tragen, werden durch einen Riegel 7, der auf den Schraubenhälsen liegt, geschlossen. Die Buchse Nr. 3 wird durch Querbänder arretiert.

An der Buchse Nr. 1 befindet sich ein Querbalken 8 mit einem Loch versehen, an welchem die Schnur befestigt wird, die die Waageschale hält. Die Schnur läuft über eine Rolle, die an der Grundplatte durch einen Träger montiert ist.

Der Träger d ist geteilt, um die Stopfbüchse nach dem Arbeitsgang zum Entfernen der Masse frei abziehen zu können. Alle Teile der Apparatur sind aus Messing.

Die Ausmaße sind folgende:

Grundplatte: 160 mm : 115 mm
Träger: Höhe 110 mm, Stärke 6 mm
Scharniere: Länge 145 mm, Stärke 5 mm
Stopfbuchse: Durchmesser 30 mm, Länge 3×30 mm
Gewicht der Waageschale: 45 gr.

Die Dimensionen der ineinander laufenden Scharniere sind so angeordnet, daß jede Reibung aufgehoben ist.

Arbeitsgang.

Die einzelnen Teile der Stopfbuchse werden auf die Scharniere geschoben und die Halteschrauben der Buchse Nr. 2 fest angezogen. Nun wird der Riegel, der Teil Nr. 1 und Nr. 3 verbindet, geschlossen. Die Schrauben zum Halten der Masse von Teil Nr. 1 und Nr. 3 werden ganz herausgeschraubt. Die nunmehr zum Arbeitsgang fertige Apparatur wird senkrecht auf ein Hilfsgestell gesetzt, die Buchse Nr. 1 mit einer Holz- oder Metallplatte verschlossen, um ein Herausquellen der Masse zu verhindern. Die inzwischen, je nach Vorschrift, erweichte Masse wird zu einer ca. 25 mm starken Rolle geformt, um dadurch eine Beschleunigung der Beschickung zu erreichen und in die senkrecht stehende Buchse hineingepreßt. Die Apparatur wird aus dem Hilfsgestell genommen und auf die Grundplatte gesetzt. Das Thermometer muß in die Masse von Teil Nr. 3 gesteckt werden, und die Masse kühlt bis zum gewünschten Temperaturstand ab. Die Waageschale legt man nun durch einen Stöpsel am Querbalken der Buchse Nr. 1 fest. Um aber zu vermeiden, daß das Eigengewicht der Schale schon vorzeitig zieht, wird dieselbe hoch gelegt. Langsam werden die Verbindungsschrauben der Buchse Nr. 2 gelöst, und sobald das Thermometer den gewünschten Wärmegrad anzeigt, die zweiteilige Buchse Nr. 2 ganz abgenommen. Es muß darauf geachtet werden, daß das Skalaröhrchen fest an dem Zeiger der Buchse Nr. 1 anliegt, da sonst falsche Ergebnisse abgelesen werden. Nunmehr löst man den Riegel, der Teil Nr. 1 und

Nr. 3 verbindet, nimmt die Waageschale in die Handfläche und belastet diese mit den vorgesehenen Gewichten.

Die Apparatur ist nunmehr zum Arbeitsgang fertig. Man läßt also die Waageschale durch Senken der Handfläche frei schweben, wodurch das Zugmoment ausgeübt wird. Nach 5 Sekunden wird die Schale abgefangen und von den Gewichten befreit. Da jede Reibung Ungenauigkeiten herbeiführt, legt man die Waageschale nach dem Zug auf die Grundplatte. Bei dem Zug wurde das Skalaröhrchen durch den Zeiger der Buchse Nr. 1 mitgenommen. Je nach dem Schrumpfen der Masse wird die Buchse mit dem Zeiger mehr oder weniger nach dem Ausgangspunkt zu zurückgezogen, das Skalaröhrchen dagegen bleibt stehen, da der Haltestöpsel desselben am vorderen Teil, der zur Waageschale zeigt, angebracht ist. Nachdem die Kontraktion der Masse aufgehört hat zu wirken, werden von der Skala die Millimeter abgelesen, die dem Rückgang entsprechen. Die Masse zeigt noch eine gewisse Plastizität, so daß die Möglichkeit besteht, nach Einsetzen der oberen Hälfte von Teil Nr. 2 den Teil Nr. 1 soweit vorzudrücken, daß alle drei Teile der Stopfbuchse genau wieder den Ausgangspunkt erreicht haben. Dies ist notwendig, um den ursprünglichen Ausgangspunkt zu bestimmen. Es muß also durch die Hand Teil Nr. 3 arretiert und Teil Nr. 1 mit der anderen Hand fest nach vorn gedrückt werden, so daß der Zeiger auf der Skala den Ausgangspunkt anzeigt, der abgelesen wird. Zwei Zahlen sind notiert, und zwar 1. die Zahl der Millimeter vom Rückgang — angenommen 3 mm — und 2. die Zahl der Dehnung — angenommen 6 mm.

Die Differenz zwischen Dehnung und Schrumpfung ergibt den Dehnungsrückgang.

Bei obigem Beispiel in Prozenten gerechnet:

Rückgang 3 mm
Dehnung 6 mm
Ergebnis: 50% elastische Nachwirkung.

Bestimmung des Elastizitätsgrades der elastischen Abdruckmassen.

Die Paribar-Masse, die als plastisch-elastische Masse bezeichnet wird und in der Abdruckschärfe ein gutes Resultat lieferte, wird in die Apparatur eingeführt. Man belastet von 300 gr aufsteigend bis 1000 gr und führt jeden Versuch dreimal bei 46° C aus. Man sollte meinen, daß bei derselben Belastung immer dieselben Zugweiten erreicht würden, dem ist aber nicht so und zwar aus folgendem Grunde: Einmal ist die Apparatur bei 51° fertig zum Zug, es muß gewartet werden, bis 46° erreicht sind, bei dem zweiten Versuch ist die Temperatur gerade 46°, so daß der Versuch sofort ausgeführt werden kann. Im ersten Falle erhalten wir eine geringere Dehnung als im zweiten. Die Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt

Dehnung	Schrumpfung	Gewichte der Belastung und Schale	%
6,5 mm	1,2 mm	345 g	18,4
4,0 mm	0,9 mm	345 g	22,2
3,0 mm	1,0 mm	345 g	33,3
6,0 mm	1,3 mm	445 g	21,6
6.5 mm	1,2 mm	445 g	18,4
7,2 mm	1,5 mm	445 g	20,8
3.2 mm	1,0 mm	545 g	31,0
12.0 mm	2,1 mm	545 g	17,5
3,6 mm	1,3 mm	545 g	20,8
8.0 mm	2,0 mm	795 g	25,0
13,0 mm	2,7 mm	795 g	20,7
4.0 mm	1,4 mm	795 g	35,0
16.5 mm	3,5 mm	1045 g	21,8
13,3 mm	2,5 mm	1045 g	18,9
9,0 mm	2,2 mm	1045 g	24,4

Trägt man die Belastungen in ein Koordinatensystem als Abszisse und die Dehnungs- und Schrumpfwerte als Ordinate ein, so erhält man zwei Kurven, die annähernd parallel laufen, und deren Zwischenraum jeweils die elastische Nachwirkung bei der jeweiligen Belastung darstellt. Zur Aufnahme der Kurven wurden immer die Resultate des zweiten Versuches genommen. Die Breite, des in dem Diagramm vorhandenen Zwischenraumes, ist nicht in dem Sinne zu werten, daß der breitere Zwischenraum bei höherer Belastung eine größere elastische Nachwirkung darstellt. Bezieht man die Differenz auf die jeweilige Belastung, so ergibt sich allgemein, daß bei höherer Belastung die elastische Nachwirkung geringer ist. Dies geht besonders aus der Kurve der prozentualen Berechnung der Elastizität hervor, auf die noch später eingegangen werden soll.

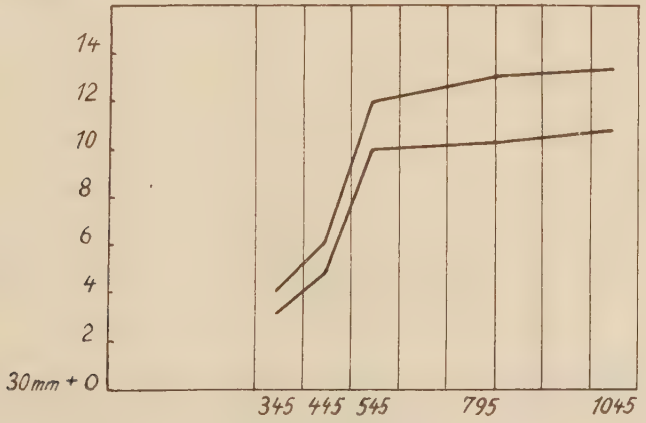

Abbildung 4.

Nadrag.

Diese Abdruckmasse wird wie vorher beschrieben verarbeitet und in die Apparatur gestopft. Bei der Temperatur von 50° wurden die Versuche mit folgenden Ergebnissen ausgeführt. Die Temperatur mußte hier höher gewählt werden, weil die Nadrag-Masse zäher als Paribar ist, was aus der Verarbeitsvorschrift schon hervogeht. Nach mehrmaligen Versuchen wurde auch bei dieser Masse die günstigste Versuchstemperatur vorher ermittelt.

Dehnung	Dehnungsrückgang	Gewicht	%
1,7 mm	0,5 mm	345 g	29,4
2,0 mm	0,5 mm	345 g	25,0
3,2 mm	0,9 mm	345 g	28,1
2,0 mm	0,75 mm	445 g	37,5
5,6 mm	1,3 mm	445 g	23,2
4,1 mm	1,1 mm	445 g	26 8
2,7 mm	0,5 mm	545 g	18,5
6,0 mm	1,3 mm	545 g	21,6
3,5 mm	1,0 mm	545 g	28,6
7,7 mm	1,7 mm	795 g	22,0
8,0 mm	2,0 mm	795 g	25,0
5,5 mm	1,4 mm	795 g	25,4
25,0 mm	5,0 mm	1045 g	20,0
13,0 mm	3,0 mm	1045 g	25,0
8,0 mm	2,2 mm	1045 g	27,5

Die nun folgenden Kurven gleichen in ihrem Verlauf denen der Paribar-Masse.

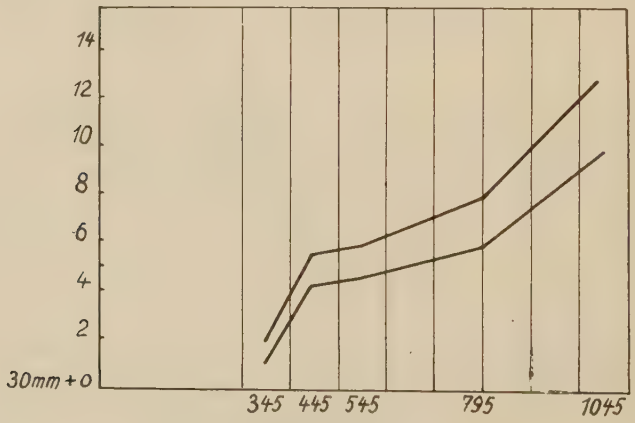

Abbildung 5.

Havard-Elastisch.

Auch bei dieser Masse wird in bezug auf Elastizität ein ähnliches Ergebnis erreicht, wie aus den Versuchen, die bei 49° vorgenommen wurden, zu ersehen ist.

Dehnung	Dehnungsrückgang	Gewicht	%
3,0 mm	0,8 mm	345 g	26,6
4,0 mm	1,0 mm	345 g	25,0
5,0 mm	1,3 mm	345 g	26,0
3,8 mm	1,1 mm	445 g	28,9
4,0 mm	1,1 mm	445 g	27,5
7,2 mm	2,0 mm	445 g	27,7
6,3 mm	1,6 mm	545 g	25,4
8,5 mm	2,1 mm	545 g	24,7
12,0 mm	3,5 mm	545 g	29,1
13,0 mm	3,5 mm	795 g	26,9
9,0 mm	2,4 mm	795 g	26,6
12,4 mm	2,7 mm	795 g	21,7
19,0 mm	4,5 mm	1045 g	23,7
15,0 mm	4,0 mm	1045 g	30,7
27,0 mm	6,0 mm	1045 g	22,2

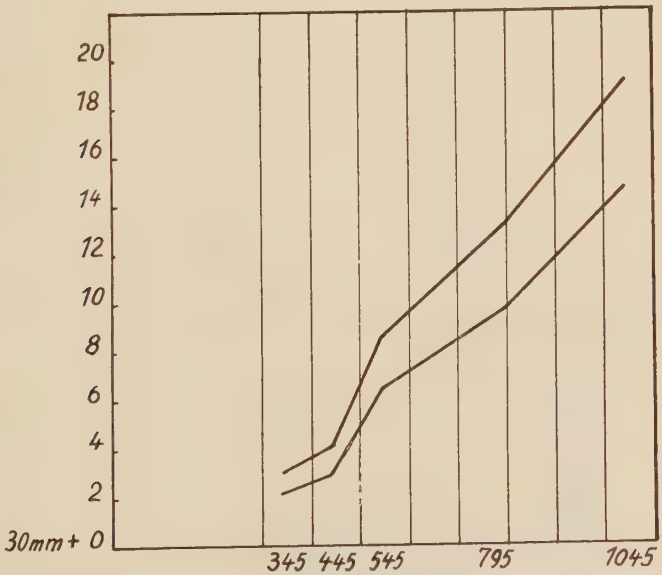

Abbildung 6.

Werden die Ergebnisse dieser drei Massen, die so ähnlich sind, verglichen, so ist zu erkennen, daß Paribar, trotz der Versuchstemperatur von nur 46°, bedeutend stärker gedehnt worden ist als

Nadrag, aber prozentual im selben Verhältnis zurückgegangen ist, also eine größere Plastizität aufweist. Die größte Dehnung hat Havard-Elastisch erfahren, ist demnach stark plastisch.

Es folgen nun zwei Massen, die unter sich wieder ähnliche Resultate liefern: Elasto-Velvex und Erba. Bei Elasto-Velvex wurden die Versuche immer 4mal ausgeführt. In bezug auf Dehnung werden nicht so hohe Zahlen erzielt wie bei den ersten drei Massen, d. h. also, Elasto-Velvex ist ein zäheres Material.

Die Ergebnisse sind folgende:

Dehnung	Dehnungsrückgang	Gewicht	%
7,0 mm	3,1 mm	345 g	44.2
2,5 mm	1,5 mm	345 g	60,0
2,8 mm	1,5 mm	345 g	53,5
2,5 mm	1,3 mm	345 g	52,0
8,1 mm	3,7 mm	445 g	45,6
5,1 mm	2,7 mm	445 g	53,0
2,8 mm	1,4 mm	445 g	50,0
5,5 mm	2,0 mm	445 g	57,1
3,8 mm	2,5 mm	545 g	65,8
4,3 mm	2,2 mm	545 g	51,1
4,9 mm	3,2 mm	545 g	65,3
10,0 mm	4,0 mm	545 g	40,0
7,5 mm	3,9 mm	795 g	52,0
8,8 mm	4,8 mm	795 g	48,9
7,6 mm	4,3 mm	795 g	56,5
5,3 mm	3,3 mm	795 g	62,2
5,0 mm	3,0 mm	1045 g	60,0
7,2 mm	3,9 mm	1045 g	54,1
6,7 mm	4,2 mm	1045 g	62,7
12,0 mm	5,0 mm	1045 g	41.6

Zeichnet man sich die entsprechenden Kurven,

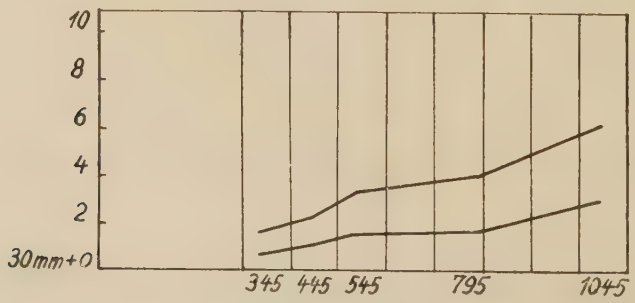

Abbildung 7.

so erkennt man, daß die Schrumpfung nach erfolgter Dehnung immer mehr als 50% beträgt, mit Ausnahme bei dem Versuch, bei dem die Belastung 1045 gr und die Dehnung 12 mm ausmachte. Dagegen zeigten die Abdruckmassen Havard-Elastisch, Paribar und Nadrag nur eine Schrumpfung von höchstens 30%.

Die Erba-Masse gibt ein ähnlich günstiges Ergebnis wie Elasto-Velvex. Die Versuche wurden bei 48° ausgeführt, ergaben aber bezüglich der Dehnungsfähigkeit geringere Werte.

Dehnung	Dehnungsrückgang	Gewicht	%
1,4 mm	0,7 mm	345 g	50,0
1,6 mm	1,0 mm	345 g	62,5
1,1 mm	0,6 mm	345 g	54,6
2,1 mm	1,2 mm	445 g	57,1
2,4 mm	1,2 mm	445 g	50,0
1,8 mm	1,0 mm	445 g	55,5
1,8 mm	1,1 mm	545 g	61,1
2,0 mm	1,2 mm	545 g	60,0
1,5 mm	0,9 mm	545 g	60,0
3,3 mm	1,8 mm	545 g	54,5
4,0 mm	2,4 mm	795 g	60,0
3,9 mm	3,1 mm	795 g	52,5
3,6 mm	2,0 mm	795 g	55,5
3,3 mm	2,0 mm	795 g	66,6
6,1 mm	3,2 mm	1045 g	52,4
3,2 mm	2,0 mm	1045 g	62,5
6,9 mm	3,8 mm	1045 g	56,5
5,0 mm	2,5 mm	1045 g	50,0
6,4 mm	3,0 mm	1045 g	46,9

Die für die Masse aufgestellten Kurven zeigten einen 50%igen

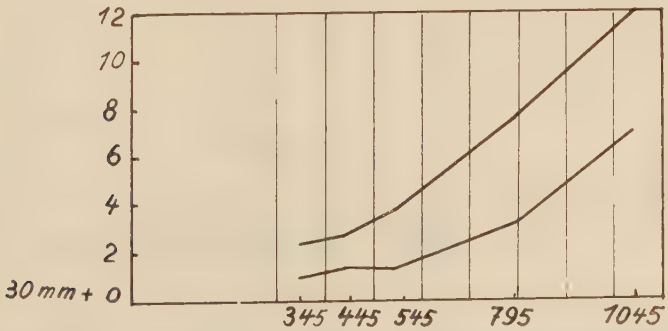

Abbildung 8.

Dehnungsrückgang.

Der Idealfall einer elastischen Abdruckmasse müßte selbstverständlich in dem Rückgang des Zeigers der Apparatur auf den Nullpunkt zum Ausdruck kommen. Tatsächlich gibt es auch derartig hochelastische Massen, zu denen z. B. Dentocoll gehört. Die Versuchsanordnung mußte bei dieser Masse allerdings etwas geändert werden, da die Masse aus dem breiigen Zustand in den festen übergeführt werden muß. Zu diesem Zweck wird Dentocoll nach völliger Erweichung breiig in die Stopfbuchse eingelassen und 2 Minuten unter fließendem Wasser abgekühlt. Entsprechend der Zähigkeit der Masse, mußte die Belastung geändert werden. Während bei den anderen Massen mit 345 gr Belastung begonnen werden konnte, die auf 445, 545, 795 und 1045 gr erhöht wurde, mußte hier, um eine Dehnung zu erreichen, mit 1045 gr Belastung angefangen und bis 1945 gr gesteigert werden; bei 2045 gr war dagegen die Elastizitätsgrenze überschritten, die Masse riß.

Die Tabelle läßt erkennen, daß Dehnung und Schrumpfung gleich sind.

Dehnung	Dehnungsrückgang	Gewicht	%
1,3 mm	1,3 mm	1045 g	100
1,5 mm	1,5 mm	1245 g	100
1,7 mm	1,7 mm	1345 g	100
1,8 mm	1,8 mm	1445 g	100
2,0 mm	2,0 mm	1545 g	100
2,2 mm	2,2 mm	1745 g	100
2,5 mm	2,5 mm	1945 g	100

Im folgenden Diagramm wird die Schrumpfungskurve durch eine gerade Linie dargestellt, die mit der Nullinie übereinstimmt, d. h. die Masse geht in die ursprüngliche Form vollständig zurück.

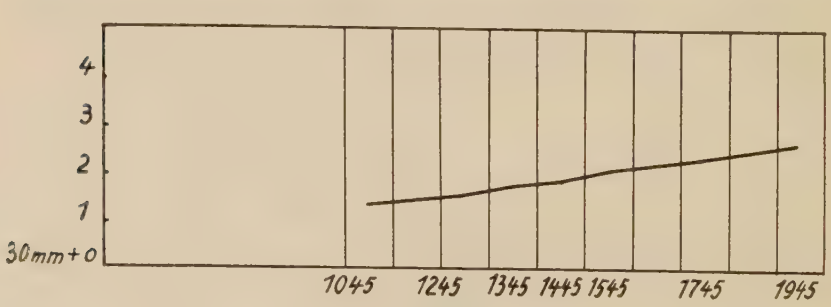

Abbildung 9.

Nun sollen sämtliche untersuchten elastischen Abdruckmassen in ihren Resultaten verglichen werden. Aus den vorher angeführten Tabellen ist in jedem Einzelfall die prozentuale Elastizität berech-

net worden. Errechnet man aus den drei bezw. vier Versuchsergebnissen die Mittelwerte, so erhält man die folgenden Elastizitätswerte:

Paribar:	Gewicht	Mittelwert
	345	24,6%
	445	20,2%
	545	23,1%
	795	26,9%
	1045	21,7%

Nadrag:	Gewicht	Mittelwert
	345	27,5%
	445	29,1%
	545	22,9%
	795	24,1%
	1045	23,5%

Havard-Elastisch:	Gewicht	Mittelwert
	345	25,8%
	445	28,0%
	545	26,4%
	795	25,0%
	1045	25,5%

Elasto-Velvex:	Gewicht	Mittelwert
	345	52,4%
	445	51,4%
	545	55,5%
	795	54,9%
	1045	57,1%

Erba:	Gewicht	Mittelwert
	345	55,7%
	445	54,2%
	545	58,9%
	795	58,6%
	1045	53,6%

Dentocoll:	Gewicht	Mittelwert
	1045	100%
	1245	100%
	1345	100%
	1445	100%
	1545	100%
	1745	100%
	1945	100%

Diese für jede Masse sich ergebenden Prozentwerte sind in ein Koordinatensystem eingezeichnet und geben ein Bild von der elastischen Nachwirkung der betreffenden Massen.

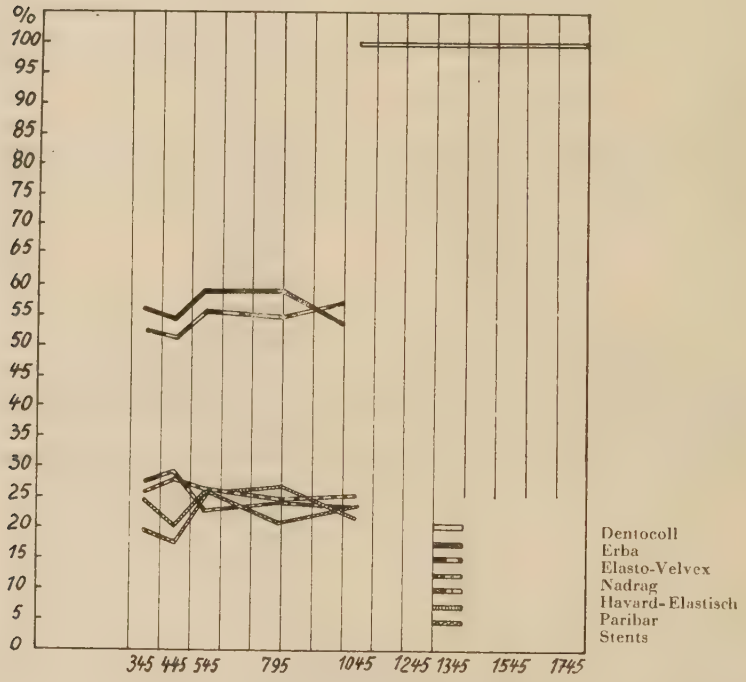

Abbildung 10.

Aus den Kurven ist ersichtlich, daß, wie schon oben gesagt, Havard-elastisch, Nadrag und Paribar ungefähr gleichwertig sind, Erba und Elasto-Velvex aber wesentlich elastischer sind, ohne den hohen Elastizitätswert des Dentocoll zu erreichen.

Paribar bewegt sich zwischen 20 und 27% elastischer Nachwirkung, der Höchstwert liegt bei 795 gr Belastung.

Die Ergebnisse von Nadrag sind um ein geringes günstiger. Sie beginnen bei 23% und haben den Höchstwert bei 445 gr Belastung mit 29% erreicht.

Das günstigste Ergebnis wird bei Havard-elastisch bei 445 gr Belastung erzielt. Die geringste elastische Nachwirkung liegt bei 795 gr Belastung mit 25%.

Bedeutend günstigere Resultate zeigen Elasto-Velvex und Erba, die 50%ige Werte nicht unterschreiten. Bei 1045 gr Belastung wird mit Elasto-Velvex bei 57% elastischer Nachwirkung der beste Erfolg gezeitigt, während das geringste Ergebnis mit 51% bei 445 gr Gewicht liegt.

Die Erba-Masse ergibt sogar eine elastische Nachwirkung von 59% bei 545 gr Belastung. Die Resultate liegen hier im Durchschnitt noch höher als bei Elasto-Velvex, da bei Erba der geringste Wert sich bei 53,6% zeigt.

Während alle elastischen Massen Kurven ergeben, erhält man beim Dentocoll eine gerade Linie mit dem Wert 100%.

Wie aus dem Diagramm ersichtlich ist, enthält dieses noch eine bisher nicht beschriebene Kurve, die sich auf die Stentsmasse von De Trey, einer einfachen, plastischen Abdruckmasse, bezieht. Bei 46° wurden die gleichen Versuche ausgeführt, indem nacheinander mit 345, 445, 545, 795 und 1045 gr Gewicht gezogen wurde.

Hier die Ergebnisse:

Dehnung	Dehnungsrückgang	Gewicht	%
0.6 mm	0,1 mm	345 g	16,6
2 2 mm	0,5 mm	345 g	22,7
3.2 mm	0,5 mm	445 g	15,6
2.0 mm	0,4 mm	445 g	20 0
1 9 mm	0 5 mm	545 g	26,3
4 0 mm	1 0 mm	545 g	25,0
4 5 mm	1 0 mm	795 g	22 2
3.0 mm	0 7 mm	795 g	23,3
9 6 mm	1 6 mm	795 g	16 7
5.0 mm	1 0 mm	1045 g	20,0
6.5 mm	1 7 mm	1045 g	26,1
4,6 mm	1 2 mm	1045 g	26,0

Die Dehnungs- und Schrumpfungskurve in ein Koordinatensystem eingezeichnzet, ergeben das nachfolgende Diagramm.

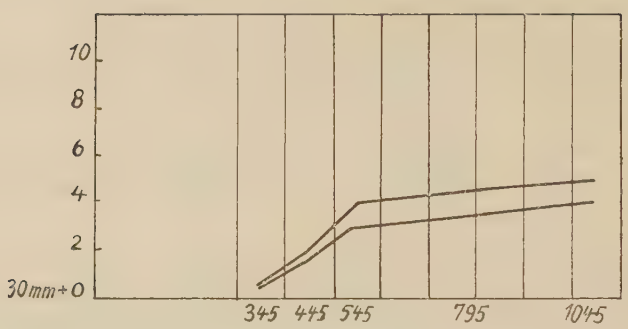

Abbildung 11.

In der Abbildung Nr. 10 sind die Kurven für die elastische Nachwirkung eingezeichnet und folgende Mittelwerte für die Stents-Masse benutzt worden.

Gewicht	Mittelwert
345	19,6%
445	17,8%
545	25,6%
795	20,7%
1045	24,0%

Hieraus ersehen wir, daß eine Abdruckmasse, die dem Typ der gewöhnlichen plastischen Massen angehört, mit den drei Massen Havard-Elastisch, Nadrag und Paribar hinsichtlich der elastischen Nachwirkung annähernd übereinstimmt, so daß sich die Frage erhebt, ob man diese drei Massen noch als elastisch bewerten sollte. Auf Grund der erhaltenen Resultate wären die Erba-Masse und Elasto-Velvex als halbelastische Massen zu bezeichnen, während Dentocoll die Bezeichnung „elastische Abdruckmasse" zu Recht führt.

Man könnte, abgesehen vom Dentocoll, das im erkalteten Zustand gemessen wird, den Einwand erheben, daß in dem Schrumpfungswert der Präparate, der hier mit der elastischen Nachwirkung gleichgesetzt worden ist, noch ein Schrumpfungswert enthalten ist, der durch Abkühlung der Masse bedingt ist. So wurde z. B. von Eugen Philipp in seiner Arbeit „Kontraktion und Expansion der Abdruckmassen" die Schrumpfung in einem Temperaturgefälle von 30° messend verfolgt und festgestellt, daß alle plastischen Abdruckmassen Schwindungen zeigten, die 1 mm und mehr bei 6 cm Dicken-

durchmesser betrugen, in Prozenten berechnet hatten sich die Massen um etwa 1,66% kontrahiert. Dieser vorerwähnte Einwand besteht aber deshalb bei meinen Versuchen nicht zu Recht, weil das Temperaturgefälle vom Beginn der Zugwirkung bis zum nachfolgenden Schrumpfen im Höchstfalle bis 2° C beträgt.

Zum Vergleich wurden noch die Abdruckschärfe und der Erweichungspunkt der Stents-Masse festgestellt. Der Erweichungspunkt liegt zwischen 48 und 49°, ist also zweckentsprechend, die Abdruckschärfe ist dagegen geringer als bei den elastischen Massen, denn es konnten nur 18, 17, 17 Teilstriche gezählt werden; das wären 86,6% Abdruckschärfe.

Zum Schluß sollte noch untersucht werden, welchen Einfluß die Temperatur auf die elastische Nachwirkung hat. Zu diesen Versuchen wurde Elasto-Velvex benutzt. Die Belastung betrug in jedem Falle 1045 gr, die Temperatur lag zwischen 50 und 55°.

Temperatur	Dehnung	Dehnungsrückgang	%	Mittelwert
50° C	5,0 mm	3,0 mm	60,0	57,1%
	7,2 mm	3,9 mm	54,1	
	6,7 mm	4,2 mm	62,7	
	12,0 mm	5,0 mm	41,6	
52° C	5,0 mm	2,5 mm	50,0	47,6%
	6,4 mm	2,8 mm	43,9	
	4,5 mm	2,2 mm	48,9	
53° C	5,5 mm	2,5 mm	45,6	44,9%
	4,2 mm	2,0 mm	47,6	
	22,5 mm	9,4 mm	41,7	
54° C	18,0 mm	8,0 mm	44,4	43%
	19,0 mm	7,9 mm	41,6	
55° C	30,0 mm	10,0 mm	33,3	36,9%
	19,0 mm	7,8 mm	41,0	
	30,0 mm	11,0 mm	36,6	

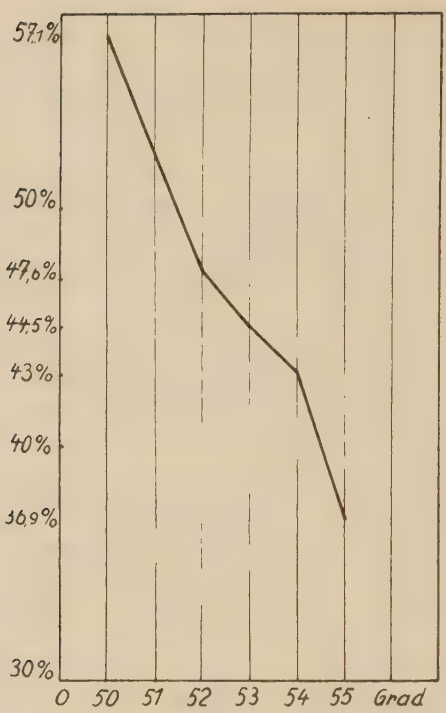

Abbildung 12.

Die Kurve läßt erkennen, daß mit Zunahme der Temperatur die elastische Nachwirkung wesentlich geringer wird.

Aus den vorstehenden Ausführungen erkennt man, daß die von mir untersuchten „elastischen Abdruckmassen" bezüglich der Abdruckschärfe die Stents-Masse von de Trey übertreffen, die Erweichungspunkte alle günstig liegen, mit Ausnahme beim Dentocoll, das aber die Wärme sehr schnell abgibt und daß die Präparate betreffs der elastischen Nachwirkung in folgender Reihenfolge aufgeführt werden müßten, wenn das 100%ig elastische Dentocoll an die erste Stelle gesetzt wird:

1. Dentocoll
2. Erba
3. Elasto-Velvex
4. Havard-elastisch
5. Nadrag
6. Paribar.

In nachfolgender graphischen Darstellung sind die Mittelwerte der elastischen Nachwirkung bei den oben genannten Massen wiedergegeben.

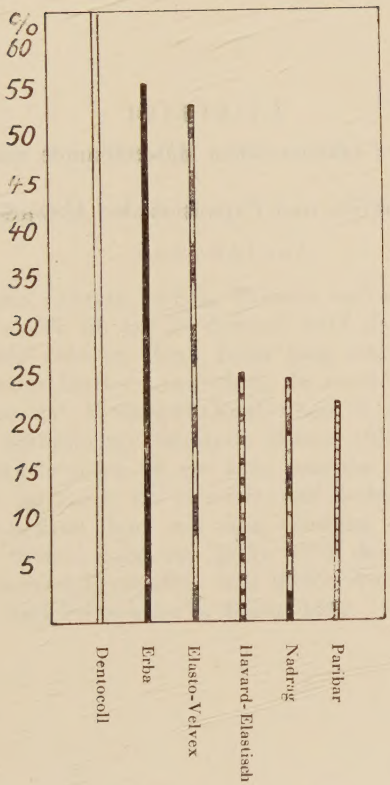

Abbildung 13.

Zum Schluß möchte ich Herrn Prof. Dr. Schoenbeck für die Ueberlassung des Themas und die mir zuteil gewordene Unterstützung ergebenst danken.

Literatur.

Kurzer Leitfaden der zahnärztlichen Materialkunde von Prof. Dr. Schoenbeck.

Dissertation: Kontraktion und Expansion der Abdruckmassen von Dr. E. Philipp.

Lebenslauf.

Als Tochter des Lehrers Ludwig Brandes und seiner Ehefrau Margarete geb. Meyer wurde ich am 28. Februar 1913 als drittes von vier Kindern in Greifswald geboren. Drei Jahre lang wurde ich, vom 6.—9. Lebensjahr, von meiner Mutter unterrichtet, die im Beruf Lehrerin war, und habe anschließend das Pestalozzi-Oberlyzeum in Berlin-Lichtenberg besucht und nach zehnjähriger Schulzeit Ostern 1932 meine Reifeprüfung bestanden. Danach besuchte ich ein Jahr lang die städtische höhere Handelsschule Berlin, um mir in der Handels- und Rechtslehre auch Kenntnisse anzueignen. Ich begann dann mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Universität Berlin, habe im Jahre 1935 das Physikum und Juni 1938 das Staatsexamen bestanden. Seit dieser Zeit bin ich als zahnärztliche Assistentin und Vertreterin in Berlin tätig.